Practitioner's Docket No.: 789 120 **PATENT**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the application of: Yukihisa TAKEUCHI, Tsutomu NANATAKI and Iwao OHWADA

Filed: Concurrently Herewith

ELECTRONIC PULSE GENERATION DEVICE For:

Mail Stop Patent Application Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, VA 22313-1450 I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 addressed to Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on November 21, 2003 under "EXPRESS MAIL" mailing label number EL 975170935 US.

and a. Varalises Elizabeth A. VanAntwern

SUBMISSION OF CERTIFIED COPIES OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

Country	Application Number	Filing Date
Japan	2002-348900	November 29, 2002
Japan	2002-348908	November 29, 2002
Japan	2002-348916	November 29, 2002
Japan	2003-155773	May 30, 2003

In support of this claim, certified copies of the Japanese Applications are enclosed herewith.

Respectfully submitted,

November 21, 2003

Date

Stephen/P. Blurr

Reg. No. 32,970

SPB/eav

BURR & BROWN P.O. Box 7068

Syracuse, NY 13261-7068

Customer No.: 025191 Telephone: (315) 233-8300

Facsimile: (315) 233-8320

日本国特許庁 JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 Date of Application:

2002年11月29日

出 願 番 号 Application Number:

特願2002-348900

[ST. 10/C]:

[JP2002-348900]

出 願 人
Applicant(s):

日本碍子株式会社

特許庁長官 Commissioner, Japan Patent Office 2003年10月24日





【書類名】 特許願

【整理番号】 PCK17143GA

【提出日】 平成14年11月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式

会社内

【氏名】 武内 幸久

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式

会社内

【氏名】 七瀧 努

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式

会社内

【氏名】 大和田 巌

【特許出願人】

【識別番号】 000004064

【氏名又は名称】 日本碍子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077665

【弁理士】

【氏名又は名称】 千葉 剛宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100116676

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮寺 利幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001834

【納付金額】

21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】

明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【包括委任状番号】 9724024

【包括委任状番号】

0206306

【プルーフの要否】

【書類名】明細書

【発明の名称】

電子放出素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体にて構成された電界印加部と、

前記電界印加部に接して形成され、駆動信号が供給されるカソード電極と、

前記電界印加部に接して形成され、前記カソード電極と共にスリットを形成するアノード電極とを有する電子放出素子において、

少なくとも前記アノード電極の表面に帯電膜が形成されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項2】

請求項1記載の電子放出素子において、

前記電界印加部が、圧電材料、又は反強誘電体材料、又は電歪材料で構成されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項3】

請求項1又は2記載の電子放出素子において、

前記スリットの幅をd、前記カソード電極と前記アノード電極間の印加電圧をVとしたとき、前記電界印加部に印加され、かつ、E=V/dで表される電界Eで分極反転が行われることを特徴とする電子放出素子。

【請求項4】

請求項3記載の電子放出素子において、

前記カソード電極と前記アノード電極間の印加電圧Vの絶対値が100V未満となるように、前記スリットの幅dが設定されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項5】

請求項1~4のいずれか1項に記載の電子放出素子において、

前記電界印加部の上方のうち、少なくとも前記スリットに対向した位置にコレクタ電極が配置され、該コレクタ電極に蛍光体が塗布されていることを特徴とす

る電子放出素子。

【請求項6】

請求項1~5のいずれか1項に記載の電子放出素子において、

前記カソード電極の表面に保護膜が形成されていることを特徴とする電子放出 素子。

【請求項7】

請求項6記載の電子放出素子において、

前記保護膜は、前記帯電膜と同じ材料で構成されていることを特徴とする電子 放出素子。

【請求項8】

請求項6記載の電子放出素子において、

前記保護膜は、スパッタ率が小さく、真空中での蒸発温度が大きい絶縁体もしくは高抵抗の導体で構成されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項9】

請求項1~8のいずれか1項に記載の電子放出素子において、

前記帯電膜は、圧電材料、電歪材料、反強誘電体材料又は低誘電率の材料で構成されていることを特徴とする電子放出素子。

【請求項10】

請求項9記載の電子放出素子において、

前記低誘電率の材料は、酸化物又はガラスであることを特徴とする電子放出素子。

【請求項11】

請求項1~10のいずれか1項に記載の電子放出素子において、

前記帯電膜は、前記電界印加部を構成する誘電体と同じ材料で構成されている ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項12】

請求項1~11のいずれか1項に記載の電子放出素子において、

前記アノード電極の表面に形成された前記帯電膜の膜厚は、 $10nm\sim100$ μ mであることを特徴とする電子放出素子。

【請求項13】

請求項6~8のいずれか1項に記載の電子放出素子において、

前記カソード電極の表面に形成された前記保護膜の膜厚は、10~100nm であることを特徴とする電子放出素子。

【請求項14】

請求項1~13のいずれか1項に記載の電子放出素子において、

電子放出時における前記カソード電極と前記アノード電極間の電圧変化が20 V以内であることを特徴とする電子放出素子。

【請求項15】

請求項1~14のいずれか1項に記載の電子放出素子において、

前記カソード電極及び前記アノード電極は共に、前記電界印加部の上面に形成され、

前記スリットが空隙であることを特徴とする電子放出素子。

【請求項16】

請求項1~14のいずれか1項に記載の電子放出素子において、

前記カソード電極は、前記電界印加部の一方の側面に接して形成され、

前記アノード電極は、前記電界印加部の他方の側面に接して形成され、

前記スリットに前記電界印加部が存在していることを特徴とする電子放出素子

【請求項17】

請求項16記載の電子放出素子において、

前記電界印加部が蛇行して形成されていることを特徴とする電子放出素子。

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】

本発明は、電界印加部に形成されたカソード電極とアノード電極とその間のスリットにて形成された電子放出素子に関する。

[0002]

【従来の技術】

近時、電子放出素子は、カソード電極及びアノード電極を有し、フィールドエミッションディスプレイ(FED)やバックライトのような種々のアプリケーションに適用されている。FEDに適用する場合、複数の電子放出素子を2次元的に配列し、これら電子放出素子に対する複数の蛍光体を、所定の間隔をもってそれぞれ配置するようにしている。

[0003]

この電子放出素子の従来例としては、例えば特許文献1~5があるが、いずれ も電界印加部に誘電体を用いていないため、対向電極間にフォーミング加工もし くは微細加工が必要となったり、電子放出のために高電圧を印加しなければなら ず、また、パネル製作工程が複雑で製造コストが高くなるという問題がある。

[0004]

そこで、電界印加部を誘電体で構成することが考えられているが、誘電体からの電子放出として以下の非特許文献 1~3にて諸説が述べられているものの、電子の放出原理の確定までには至っておらず、誘電体にて構成された電界印加部を有する電子放出素子での問題を提起するまでには至っていない。

[0005]

【特許文献1】

特開平1-311533号公報

【特許文献 2】

特開平7-147131号公報

【特許文献3】

特開2000-285801号公報

【特許文献4】

特公昭 4 6 - 2 0 9 4 4 号公報

【特許文献5】

特公昭44-26125号公報

【非特許文献 1】

安岡、石井著「強誘電体陰極を用いたパルス電子源」応用物理第68巻第5号、p546~550(1999)

【非特許文献2】

V.F.Puchkarev, G.A.Mesyats, On the mechanism of emission from the ferr oelectric ceramic cathode, J.Appl.Phys., vol. 78, No. 9, 1 November, 199 5, p. 5633-5637

【非特許文献3】

H.Riege, Electron emission ferroelectrics - a review, Nucl. Instr. and Meth. A340, p. 80-89(1994)

[0006]

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、誘電体にて構成された電界印加部を有する電子放出素子において、電子放出に伴うカソード電極での損傷を抑制することができ、長寿命化及び信頼性の向上を図ることができる電子放出素子を提供することを目的とする。

[0007]

【課題を解決するための手段】

本発明に係る電子放出素子は、誘電体にて構成された電界印加部と、前記電界印加部に接して形成され、駆動信号が供給されるカソード電極と、前記電界印加部に接して形成され、前記カソード電極と共にスリットを形成するアノード電極とを有する電子放出素子において、少なくとも前記アノード電極の表面に帯電膜が形成されていることを特徴とする。

[0008]

この場合、前記電界印加部は、圧電材料、又は反強誘電体材料、又は電歪材料にて構成することができる。また、前記電界印加部の上方のうち、少なくとも前記スリットに対向した位置にコレクタ電極を配置し、該コレクタ電極に蛍光体を塗布するようにしてもよい。

[0009]

そして、前記スリットの幅をd、前記カソード電極と前記アノード電極間の印加電圧をVとしたとき、前記電界印加部に印加され、かつ、E=V/dで表される電界Eで分極反転が行われるようにしてもよい。このとき、前記カソード電極と前記アノード電極間の印加電圧Vの絶対値が100V未満となるように、前記

スリットの幅dを設定するようにしてもよい。

[0010]

ここで、電子放出に伴う電子の増倍作用とカソード電極への影響について説明する。まず、カソード電極に対し、正極性から負極性に転じる駆動信号(誘電体で構成された電界印加部の分極が反転するレベルの負極性の信号)が供給されることによって、カソード電極側の電界集中ポイント(カソード電極/電界印加部/真空の3重点に対応するポイントでもある)から電子が放出されることになる。この電界集中ポイントから引き出される電子としては、カソード電極とその近傍の双極子モーメントのプラス側とで局所的な集中電界が発生することにより、カソード電極から放出される1次電子と、それが電界印加部に衝突することで電界印加部から放出される2次電子とが考えられる。なお、カソード電極の厚みが極薄(~10 n m)である場合には、該カソード電極と電界印加部との界面から電子が放出されることになる。

$[0\ 0\ 1\ 1]$

放出された電子のうち、一部の電子はコレクタ電極に導かれて蛍光体を励起し、外部に蛍光体発光として具現されることになる。他の一部の電子は、アノード電極に引かれる。

[0012]

このうち、アノード電極に引かれた電子が、主にアノード電極の近傍に存在する気体又はアノード電極の近傍において蒸散して浮遊する電極原子等を正イオンと電子に電離する。この電離によって発生した電子が更に気体や電極原子等を電離するため、ねずみ算式に電子が増え、これが進行して電子と正イオンが中性的に存在すると局所プラズマとなる。

[0013]

これとは別のアノード電極の近傍における電子の増倍機構としては、アノード電極に引かれた電子が、アノード電極及びその近傍の電界印加部に衝突して2次電子が放出されることが考えられる。電子放出時におけるカソード電極とアノード電極間の電圧は、前記電子の増倍機構によって、放電維持電圧レベルまで小さくなり、短絡のような状態となっている。

[0014]

そして、前記電離によって発生した正イオンが例えばカソード電極に衝突する ことによってカソード電極が損傷する場合がある。

[0015]

そこで、本発明では、少なくとも前記アノード電極の表面に帯電膜を形成する。カソード電極/電界印加部/真空の3重点近傍のポイントあるいはカソード電極と電界印加部との界面から放出された電子の一部がアノード電極に引かれると、帯電膜の表面を負極性に帯電させる。これにより、アノード電極の正極性が弱められ、アノード電極とカソード電極間の電界の強さが小さくなり、瞬時に電離が停止することになる。即ち、電子放出時におけるカソード電極とアノード電極間の電圧の変化はほとんどない。そのため、正イオンの発生はほとんどなく、正イオンによるカソード電極の損傷を防止することができ、電子放出素子の長寿命化において有利となる。

[0016]

そして、前記帯電膜は、圧電材料、電歪材料、反強誘電体材料又は低誘電率の材料で構成されていてもよい。低誘電率の材料としては、例えばSiO2やMgO等の酸化物又はガラスなどを用いることができる。もちろん、前記帯電膜は、前記電界印加部を構成する誘電体と同じ材料で構成してもよい。また、前記カソード電極の表面にも前記帯電膜を形成するようにしてもよい。

[0017]

前記アノード電極の表面に形成された前記帯電膜の膜厚は、10nm~100μmであることが好ましい。薄すぎると耐久性や取扱いに問題が生じるおそれがあり、厚すぎると、カソード電極とアノード電極間の間隔、即ち、スリットの幅を狭くできなくなり、電子放出に必要な電界を得ることができなくなるおそれがあるからである。

[0018]

なお、前記カソード電極の表面に保護膜を形成するようにしてもよい。この場合、保護膜を前記帯電膜と同じ材料で構成するようにしてもよい。また、前記保 護膜は、スパッタ率が小さく、真空中での蒸発温度が大きい絶縁体もしくは高抵 抗の導体であってもよい。前記カソード電極の表面に形成された前記保護膜の膜厚は、10~100nmであることが好ましい。薄すぎると耐久性や取扱いに問題が生じるおそれがあり、厚すぎると、電界集中ポイントから放出した電子あるいはカソード電極と電界印加部との界面から放出した電子が保護膜を透過できなくなるおそれがあるからである。

[0019]

また、本発明においては、電子放出時における前記カソード電極と前記アノード電極間の電圧変化が20V以内であることが好ましい。

[0020]

そして、本発明において、前記カソード電極及び前記アノード電極が共に、前 記電界印加部の上面に形成され、前記スリットが空隙であってもよい。

[0021]

また、前記カソード電極を、前記電界印加部の一方の側面に接して形成し、前記アノード電極を、前記電界印加部の他方の側面に接して形成し、前記スリットに前記電界印加部が存在するようにしてもよい。

$[0\ 0\ 2\ 2\]$

スリットが空隙の場合は、カソード電極の損傷によってスリットの幅が拡大し、駆動信号の低電圧化が困難になるおそれがあるが、スリットに電界印加部を存在させた場合は、カソード電極が損傷したとしてもスリットの幅は不変である。その結果、一定電圧で安定した電子放出を実現することができ、電極の長寿命化を実現させることができる。

[0023]

更に、電界印加部が2つの電極で挟まれた構造となることから、電界印加部に おいて分極を完全に行うことができ、分極反転による電子放出を安定して行うこ とができる。

[0024]

特に、前記電界印加部を蛇行して形成することで、カソード電極と電界印加部 との接触面積並びにアノード電極と電界印加部との面積が増大することから、効 率よく電子を放出させることができる。

[0025]

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る電子放出素子のいくつかの実施の形態例を図1~図15を 参照しながら説明する。

[0026]

一般に、電子放出素子は、ディスプレイとしての用途のほか、電子線照射装置、光源、LEDの代替用途、電子部品製造装置に適用することができる。

[0027]

電子線照射装置における電子線は、現在普及している紫外線照射装置における紫外線に比べ、高エネルギーで吸収性能に優れる。適用例としては、半導体装置では、ウェハーを重ねる際における絶縁膜の固化する用途、印刷の乾燥では、印刷インキをむらなく硬化する用途、殺菌では、医療機器をパッケージに入れたまま殺菌する用途等がある。

[0028]

光源としての用途は、高輝度、高効率仕様向けであって、例えばプロジェクタ の光源用途等がある。

[0029]

LEDの代替用途としては、チップ光源、信号機、携帯電話向けの小型液晶ディスプレイのバックライト等がある。

[0030]

電子部品製造装置の用途としては、電子ビーム蒸着装置等の成膜装置の電子ビーム源、プラズマCVD装置におけるプラズマ生成用(ガス等の活性化用)電子源、ガス分解用途の電子源などがある。

[0031]

真空マイクロデバイスとしては、テラHz級で駆動する超高速素子、使用温度 範囲の広い耐環境電子部品として注目されている。

[0032]

電子回路部品としては、大電流出力化、高増幅率化が可能であることから、スイッチ、リレー、ダイオード等のデジタル素子、オペアンプ等のアナログ素子へ

の用途がある。

[0033]

そして、第1の実施の形態に係る電子放出素子10Aは、図1に示すように、基板12上に形成された電界印加部14と、該電界印加部14の一方の面に形成されたカソード電極16と、同じく電界印加部14の一方の面に形成され、カソード電極16と共にスリット18を形成するアノード電極20とを有する。カソード電極16には、パルス発生源22からの駆動信号Saが抵抗R1を介して供給され、アノード電極20には、アノード電位の発生源(この例ではGND)が抵抗R2を介して接続されている。

[0034]

そして、この電子放出素子10Aをディスプレイの画素として利用する場合は、電界印加部14の上方のうち、前記スリット18に対向した位置にコレクタ電極24が配置され、該コレクタ電極24には蛍光体28が塗布される。なお、コレクタ電極24にはコレクタ電位の発生源102(この例ではVc)が抵抗R3を介して接続される。

[0035]

また、第1の実施の形態に係る電子放出素子10Aは、当然のことながら、真空空間内に配置される。この電子放出素子10Aは、図1に示すように、電界集中ポイントA及びBが存在するが、ポイントAは、カソード電極16/電界印加部14/真空が1つのポイントに存在する3重点を含むポイントとしても定義することができ、ポイントBは、アノード電極20/電界印加部14/真空が1つのポイントに存在する3重点を含むポイントとしても定義することができる。

[0036]

そして、雰囲気中の真空度は、 $10^2 \sim 10^{-6} \, \mathrm{Pa}$ が好ましく、より好ましくは $10^{-3} \sim 10^{-5} \, \mathrm{Pa}$ である。

[0037]

このような範囲を選んだ理由は、低真空では、空間内に気体分子が多いため、 プラズマを生成し易いが、①:プラズマが多量に発生され過ぎると、その正イオ ンが多量にカソード電極 1 6 に衝突して損傷を進めるおそれや、②:放出電子が コレクタ電極 2 4 に到達する前に気体分子に衝突してしまい、コレクタ電位 (Vss) で十分に加速した電子による蛍光体 2 8 の励起が十分に行われなくなるおそれがあるからである。

[0038]

一方、高真空では、電界集中ポイントA及びBから電子を放出し易いものの、 ①:気体分子が少なすぎてプラズマが生成され難いという問題や、②:構造体の 支持、及び真空のシール部が大きくなり、小型化に不利になるという問題がある からである。

[0039]

ここで、電界印加部14は誘電体にて構成される。誘電体は、好適には、比誘電率が比較的高い、例えば1000以上の誘電体を採用することができる。このような誘電体としては、チタン酸バリウムの他に、ジルコン酸鉛、マクネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガンニオブ酸鉛、マグネシウムタンタル酸鉛、ニッケルタンタル酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウム、マグネシウムタングステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛等、又はこれらの任意の組み合わせを含有するセラミックスや、主成分がこれらの化合物を50重量%以上含有するものや、前記セラミックスに対して更にランタン、カルシウム、ストロンチウム、モリブデン、タングステン、バリウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル、マンガン等の酸化物、もしくはこれらのいずれかの組み合わせ、又は他の化合物を適切に添加したもの等を挙げることができる。

[0040]

例えば、マグネシウムニオブ酸鉛(PMN)とチタン酸鉛(PT)の2成分系 nPMN-mPT(n, mをモル数比とする)においては、PMNのモル数比を 大きくすると、キュリー点が下げられて、室温での比誘電率を大きくすることが できる。

[0041]

特に、n=0. $85\sim1$. 0、m=1. 0-nでは比誘電率3000以上となり好ましい。例えば、n=0. 91、m=0. 09では室温の比誘電率15000が得られ、n=0. 95、m=0. 05では室温の比誘電率20000が得ら

れる。

[0042]

次に、マグネシウムニオブ酸鉛(PMN)、チタン酸鉛(PT)、ジルコン酸鉛(PZ)の3成分系では、PMNのモル数比を大きくする他に、正方晶と擬立方晶又は正方晶と菱面体晶のモルフォトロピック相境界(MPB:Morphotropic Phase Boundary)付近の組成とすることが比誘電率を大きくするのに好ましい。例えば、PMN:PT:PZ=0.375:0.375:0.25にて比誘電率5500、PMN:PT:PZ=0.5:0.375:0.125にて比誘電率4500となり、特に好ましい。更に、絶縁性が確保できる範囲内でこれらの誘電体に白金のような金属を混入して、誘電率を向上させるのが好ましい。この場合、例えば、誘電体に白金を重量比で20%混入させるとよい。

[0043]

また、電界印加部14は、上述したように、圧電/電歪層や反強誘電体層等を 用いることができるが、電界印加部14として圧電/電歪層を用いる場合、該圧 電/電歪層としては、例えば、ジルコン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケ ルニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガンニオブ酸鉛、マグネシウムタンタル酸 鉛、ニッケルタンタル酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウ ム、マグネシウムタングステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛等、又はこれらのいず れかの組み合わせを含有するセラミックスが挙げられる。

[0044]

主成分がこれらの化合物を 5 0 重量%以上含有するものであってもよいことはいうまでもない。また、前記セラミックスのうち、ジルコン酸鉛を含有するセラミックスは、電界印加部 1 4 を構成する圧電/電歪層の構成材料として最も使用頻度が高い。

[0045]

また、圧電/電歪層をセラミックスにて構成する場合、前記セラミックスに、 更に、ランタン、カルシウム、ストロンチウム、モリブデン、タングステン、バ リウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル、マンガン等の酸化物、もしくはこれらのいず れかの組み合わせ、又は他の化合物を、適宜、添加したセラミックスを用いても よい。

[0046]

例えば、マグネシウムニオブ酸鉛とジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とからなる成分を主成分とし、更にランタンやストロンチウムを含有するセラミックスを用いることが好ましい。

[0047]

圧電/電歪層は、緻密であっても、多孔質であってもよく、多孔質の場合、その気孔率は40%以下であることが好ましい。

[0048]

電界印加部14として反強誘電体層を用いる場合、該反強誘電体層としては、 ジルコン酸鉛を主成分とするもの、ジルコン酸鉛とスズ酸鉛とからなる成分を主 成分とするもの、更にはジルコン酸鉛に酸化ランタンを添加したもの、ジルコン 酸鉛とスズ酸鉛とからなる成分に対してジルコン酸鉛やニオブ酸鉛を添加したも のが望ましい。

[0049]

また、この反強誘電体膜は、多孔質であってもよく、多孔質の場合には気孔率30%以下であることが望ましい。

[0050]

そして、基板12の上に電界印加部14を形成する方法としては、スクリーン印刷法、ディッピング法、塗布法、電気泳動法等の各種厚膜形成法や、イオンビーム法、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、化学気相蒸着法(CVD)、めっき等の各種薄膜形成法を用いることができる。

[0051]

この第1の実施の形態においては、基板12上に前記電界印加部14を形成するにあたっては、スクリーン印刷法やディッピング法、塗布法、電気泳動法等による厚膜形成法が好適に採用される。

[0052]

これらの方法は、平均粒径 $0.01\sim5~\mu$ m、好ましくは $0.05\sim3~\mu$ mの 圧電セラミックスの粒子を主成分とするペーストやスラリー、又はサスペンショ ン、エマルジョン、ゾル等を用いて形成することができ、良好な圧電作動特性が 得られるからである。

[0053]

特に、電気泳動法は、膜を高い密度で、かつ、高い形状精度で形成することができることをはじめ、「電気化学および工業物理化学 Vol. 53, No. 1 (1985), p63~68 安斎和夫著」あるいは「第1回電気泳動法によるセラミックスの高次成形法 研究討論会 予稿集(1998), p5~6, p23~24」等の技術文献に記載されるような特徴を有する。従って、要求精度や信頼性等を考慮して、適宜、手法を選択して用いるとよい。

[0054]

ここで、カソード電極16とアノード電極20間のスリット18の幅dの大きさについて説明すると、両電極16及び20間の印加電圧をVとしたとき、E=V/dで表される電界Eで分極反転が行われるように、前記幅dを設定することが好ましい。つまり、スリット18の幅dが小さいほど、低電圧で分極反転が可能となり、低電圧駆動(例えば100V未満)で電子放出が可能となる。

[0055]

カソード電極16は、以下に示す材料にて構成される。即ち、スパッタ率が小さく、真空中での蒸発温度が大きい導体が好ましい。例えば、Ar+で600Vにおけるスパッタ率が2.0以下で、蒸気圧1.3×10-3Paとなる温度が1800K以上のものが好ましく、白金、モリブデン、タングステン等がこれにあたる。また、高温酸化雰囲気に対して耐性を有する導体、例えば金属単体、合金、絶縁性セラミックスと金属単体との混合物、絶縁性セラミックスと合金との混合物等によって構成され、好適には、白金、パラジウム、ロジウム、モリブデン等の高融点貴金属や、銀ーパラジウム、銀ー白金、白金ーパラジウム等の合金を主成分とするものや、白金とセラミック材料とのサーメット材料によって構成される。更に好適には、白金のみ又は白金系の合金を主成分とする材料によって構成される。また、電極として、カーボン、グラファイト系の材料、例えば、ダイヤモンド薄膜、ダイヤモンドライクカーボン、カーボンナノチューブも好適に使用される。なお、電極材料中に添加させるセラミック材料の割合は、5~30

体積%程度が好適である。

[0056]

カソード電極16は、上記材料を用いて、スクリーン印刷、スプレー、コーティング、ディッピング、塗布、電気泳動法等の各種の厚膜形成方法や、スパッタリング、イオンビーム、真空蒸着、イオンプレーティング、CVD、めっき等の各種の薄膜形成方法による通常の膜形成手法に従って形成することができ、好適には、前者の厚膜形成方法によって形成するとよい。なお、カソード電極16の寸法については、図2に示すように、幅W1を2mmとし、長さL1を5mmとした。カソード電極16の厚さは、20 μ m以下がよく、好適には5 μ m以下である。

[0057]

アノード電極 20 は、カソード電極 16 と同様な材料及び方法によって形成されるが、好適には上記厚膜形成方法によって形成する。アノード電極 20 の厚さも、 20 μ m以下がよく、好適には 5 μ m以下であるとよい。また、アノード電極 20 の寸法については、図 2 に示すように、カソード電極 16 と同様に幅W 2 を 2 mm とし、長さ 16 と 16 と 16 と 16 に幅 16 と 16 に 16 と 16 と 16 に 16 と 16 と 16 に 16 と 16 と

[0058]

また、カソード電極とアノード電極間のスリットの幅 d は、第 1 の実施の形態では、 70μ m 2 とした。

[0059]

カソード電極 1 6 に電気的に接続した配線と、アノード電極 2 0 に電気的に接続した配線とを電気的に分離するために、基板 1 2 を電気的な絶縁材料で構成するのが好ましい。

[0060]

従って、基板12を、ガラス、又は高耐熱性の金属、あるいはその金属表面を ガラスなどのセラミックス材料によって被覆したホーローのような材料によって 構成することができるが、セラミックスで構成するのが最適である。

[0061]

基板12を構成するセラミックスとしては、例えば、安定化された酸化ジルコ

ニウム、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化チタン、スピネル、ムライト、窒化アルミニウム、窒化珪素、ガラス、これらの混合物等を使用することができる。その中でも、酸化アルミニウム及び安定化された酸化ジルコニウムが、強度及び剛性の観点から好ましい。安定化された酸化ジルコニウムは、機械的強度が比較的高いこと、靭性が比較的高いこと、カソード電極16及びアノード電極20との化学反応が比較的小さいことなどの観点から特に好適である。なお、安定化された酸化ジルコニウム及び部分安定化酸化ジルコニウムを包含する。安定化された酸化ジルコニウムでは、立方晶などの結晶構造をとるため、相転移が生じない。

[0062]

一方、酸化ジルコニウムは、1000℃前後で単斜晶と正方晶との間を相転移し、このような相転移の際にクラックが発生するおそれがある。安定化された酸化ジルコニウムは、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化イットリウム、酸化スカンジウム、酸化イッテルビウム、酸化セリウム、希土類金属の酸化物等の安定剤を、1~30モル%含有する。なお、基板12の機械的強度を向上させるために、安定化剤が酸化イットリウムを含有すると好適である。この場合、酸化イットリウムを、好適には1.5~6モル%、更に好適には2~4モル%含有し、更に0.1~5モル%の酸化アルミニウムを含有することが好ましい。

[0063]

また、結晶相を、立方晶+単斜晶の混合相、正方晶+単斜晶の混合相、立方晶 +正方晶+単斜晶の混合相等とすることができるが、その中でも、主たる結晶相 を、正方晶又は正方晶+立方晶の混合相としたものが、強度、靭性及び耐久性の 観点から最適である。

[0064]

[0065]

電界印加部14、カソード電極16及びアノード電極20をそれぞれ形成する

たびに熱処理(焼成処理)して基板12と一体構造にすることができ、また、これら電界印加部14、カソード電極16及びアノード電極20を形成した後、同時に焼成処理して、これらを同時に基板12に一体に結合することもできる。なお、カソード電極16及びアノード電極20の形成方法によっては、一体化のための熱処理(焼成処理)を必要としない場合もある。

[0066]

基板12と、電界印加部14、カソード電極16及びアノード電極20とを一体化させるための焼成処理に係る温度としては、500~1400℃の範囲、好適には、1000~1400℃の範囲とするとよい。更に、膜状の電界印加部14を熱処理する場合、高温時に電界印加部14の組成が不安定にならないように、電界印加部14の蒸発源と共に雰囲気制御を行いながら焼成処理を行うことが好ましい。

[0067]

また、電界印加部 1 4 を適切な部材によって被覆し、電界印加部 1 4 の表面が 焼成雰囲気に直接露出しないようにして焼成する方法を採用してもよい。この場 合、被覆部材としては、基板 1 2 と同様な材料を用いることが好ましい。

[0068]

次に、電子放出素子10Aの電子放出原理について図1~図5Bを参照しながら説明する。まず、パルス発生源22から出力される駆動信号Saは、図3に示すように、正極性の電圧Valが出力される期間(準備期間T1)と負極性の電圧Va2が出力される期間(電子放出期間T2)を1ステップとし、該1ステップが繰り返される。

[0069]

準備期間T1は、図4に示すように、カソード電極16に正極性の電圧Va1を印加して電界印加部14を分極する期間である。正極性の電圧Va1としては、図3のように直流電圧でもよいが、1つのパルス電圧もしくはパルス電圧を複数回連続印加するようにしてもよい。ここで、準備期間T1は、正極性電圧Va1の印加時の消費電力及びカソード電極16の損傷を防止するために、電子放出用の負極性電圧Va2の絶対値以下の正極性電圧Va1で分極を行うことから、

分極処理を十分に行うために、電子放出期間T2よりも長くとることが好ましい。例えば、この準備期間T1としては100~150μsecが好ましい。

[0070]

また、正極性電圧 Val 及び負極性電圧 Val は、各々正負の極性に分極処理を確実に行う電圧レベルであることが好ましく、例えば電界印加部 14の誘電体が抗電圧を有する場合、正極性電圧 Val 及び負極性電圧 Val の絶対値は、抗電圧以上であることが好ましい。

[0071]

電子放出期間T2は、カソード電極16に負極性の電圧が印加される期間である。カソード電極16に負極性の電圧Va2が印加されることによって、図5A及び図5Bに示すように、電界印加部14の分極が反転し、電界集中ポイントAから電子が放出されることになる。なお、カソード電極16の厚みが極薄(~10nm)である場合には、該カソード電極16と電界印加部14との界面から電子が放出されることになる。

[0072]

[0073]

ここで、電子放出に伴う電子の増倍作用とカソード電極16への影響について 説明する。まず、カソード電極16に負極性の電圧Va2が供給されることによって、上述したように、前記電界集中ポイントAあるいはカソード電極16と電 界印加部14との界面から電子が放出されることになる。

[0074]

放出された電子のうち、一部の電子はコレクタ電極 2 4 (図1参照) に導かれ

て蛍光体28を励起し、外部に蛍光体発光として具現されることになる。他の一部の電子は、アノード電極20に引かれる。

[0075]

アノード電極20に引かれた電子は、図5Aに示すように、主にアノード電極20の近傍に存在する気体又はアノード電極20の近傍において蒸散して浮遊する電極原子等を正イオンと電子に電離する。この電離によって発生した電子が更に気体や電極原子等を電離するため、ねずみ算式に電子が増え、これが進行して電子と正イオンが中性的に存在すると局所プラズマ32となる。

[0076]

一方、アノード電極20に引かれた電子は、図5Bに示すように、電界印加部 14に衝突して電界印加部から2次電子が放出され、上述と同様に、アノード電極20の近傍に存在する気体又はアノード電極20の近傍において蒸散して浮遊する電極原子等を正イオンと電子に電離する。

[0077]

図 6 Aに示すように、カソード電極 1 6 に供給される駆動信号 S a として、正極性電圧 V a 1 が例えば+5 0 V、負極性電圧 V a 2 が例えば-1 0 0 V としたとき、カソード電極 1 6 とアノード電極 2 0 間の電圧 V a k は、図 6 Bに示すように、ピーク時点 P 1 において電子放出が行われ、その後、前記電離の進行によって放電維持電圧 V b のレベルまで小さくなり、短絡に近い状態となっている。前記放電維持電圧 V b は、誘電体(電界印加部 1 4)の抗電圧(例えば-2 0 V)よりも大きい場合のほか、小さい場合も考えられる。なお、電子放出時におけるカソード電極 1 6 とアノード電極 2 0 間の電圧の変化 Δ V a k はほぼ 5 0 V程度である。

[0078]

そして、前記電離によって発生した正イオンが例えばカソード電極16に衝突 することによってカソード電極16が損傷する場合がある。

[0079]

そこで、この第1の実施の形態では、図1及び図7に示すように、アノード電極20の表面に帯電膜40を形成するようにしている。

[0080]

従って、電界集中ポイントAあるいはカソード電極16と電界印加部14との界面から放出された電子の一部がアノード電極20に引かれると、図7に示すように、帯電膜40の表面が負極性に帯電することになる。これにより、アノード電極20の正極性が弱められ、アノード電極20とカソード電極16間の電界の強さEが小さくなり、瞬時に電離が停止することになる。即ち、図8Aに示すように、カソード電極16に供給される駆動信号Saとして、正極性電圧Valを例えば+50V、負極性電圧Va2を例えば-100Vとしたとき、電子放出が行われたピーク時点P1におけるカソード電極16とアノード電極20間の電圧変化ΔVakは、20V以内(図8Bの例では10V程度)であってほとんど変化がない。そのため、正イオンの発生はほとんどなく、正イオンによるカソード電極16の損傷を防止することができ、電子放出素子10Aの長寿命化において有利となる。

[0081]

[0082]

帯電膜40は、圧電材料、電歪材料、反強誘電体材料又は低誘電率の材料で構成することができる。低誘電率の材料としては、例えばSiO2やMgO等の酸化物又はガラスなどを用いることができる。もちろん、帯電膜40は、電界印加部14を構成する誘電体と同じ材料で構成するようにしてもよい。

[0083]

また、図9の変形例に係る電子放出素子10Aaのように、カソード電極16の表面に保護膜42を形成するようにしてもよい。この保護膜42は、帯電膜40と同じ材質でもよいし、スパッタ率が小さく、真空中での蒸発温度が大きい絶

縁体もしくは高抵抗の導体を使用してもよい。

[0084]

保護膜42の膜厚は、10~100nmであることが好ましい。薄すぎると耐久性や取扱いに問題が生じるおそれがあり、厚すぎると、電界集中ポイントAあるいはカソード電極16と電界印加部14の界面から放出した電子が保護膜42を透過できなくなるおそれがあるからである。なお、保護膜42は、帯電膜40と同じ材料で構成することができる。これにより、帯電膜40の形成と保護膜42の形成を同一の工程で行うことができ、製造工程の簡略化を図ることができる

[0085]

次に、第2の実施の形態に係る電子放出素子10Bについて図10を参照しながら説明する。

[0086]

この第2の実施の形態に係る電子放出素子10Bは、図10に示すように、基板12上に幅dが例えば0. $1\sim50\mu$ mの電界印加部14が形成され、該電界印加部14の一方の側面にカソード電極16が形成され、電界印加部14の他方の側面にアノード電極20が形成されている。つまり、カソード電極16とアノード電極20との間のスリット18に電界印加部14が存在した構造となっており、電界印加部14をカソード電極16とアノード電極20とで挟んだ構造となっている。

[0087]

この場合も、第1の実施の形態と同様に、アノード電極20の表面に帯電膜40が形成される。もちろん、図10に示すように、カソード電極16に保護膜42を形成するようにしてもよい。

[0088]

この第2の実施の形態に係る電子放出素子10Bにおいては、第1の実施の形態に係る電子放出素子10Aと同様に、カソード電極16に対する損傷を防止することができると共に、誘電体にて構成された電界印加部14がカソード電極16とアノード電極20で挟まれた構造であることから、電界印加部14での分極

を完全に行うことができ、分極反転による電子放出を、安定して、かつ、効率よ く行うことができる。

[0089]

次に、この第2の実施の形態に係る電子放出素子10Bの3つの変形例について図11~図15を参照しながら説明する。

[0090]

まず、第1の変形例に係る電子放出素子10Baは、第2の実施の形態に係る電子放出素子10Bの考え方を踏襲させた例であるが、図11及び図12に示すように、電界印加部14が平面から見て蛇行形状に形成されている。

[0091]

このように構成することで、カソード電極16と電界印加部14との接触面積並びにアノード電極20と電界印加部14との接触面積が増大することから、効率よく電子を放出させることができる。この場合も、アノード電極20の表面に帯電膜40が形成される。もちろん、図11に示すように、カソード電極16に保護膜42を形成するようにしてもよい。

[0092]

第2の変形例に係る電子放出素子10Bbは、図13に示すように、基板12上に誘電体による電界印加部14が形成され、該電界印加部14に形成された窓内にカソード電極16及びアノード電極20が埋め込まれて形成されている。このように、カソード電極16及びアノード電極20の低抵抗化を図り、ジュール熱の発生を抑止することができる。即ち、カソード電極16及びアノード電極20を保護することができる。この場合も、アノード電極20の表面に帯電膜40が形成される。もちろん、図13に示すように、カソード電極16に保護膜42を形成するようにしてもよい。

[0093]

上述の第2の変形例では、カソード電極16及びアノード電極20の厚みを電界印加部14の厚みとほぼ同じにした例を示したが、その他、図14及び図15に示す第3の変形例に係る電子放出素子10Bcのように、カソード電極16及

びアノード電極20の厚みを電界印加部14の厚みよりも薄くするようにしてもよい。この場合、図10に示す第2の実施の形態に係る電子放出素子10Bと同様に、カソード電極16及びアノード電極20が、電界印加部14のうち、少なくともスリット18の部分に存在する電界印加部14の側壁に接触して形成される。この場合も、アノード電極20の表面に帯電膜40が形成される。もちろん、図14に示すように、カソード電極16に保護膜42を形成するようにしてもよい。

[0094]

この第3の変形例では、第1の変形例と同様に、金属の量を少なくしてカソード電極16やアノード電極20を構成することができるため、カソード電極16やアノード電極20として、高価な金属(例えば白金や金)を用いることができ、特性の向上を図ることができる。

[0095]

上述した第1及び第2の実施の形態に係る電子放出素子10A及び10B(各変形例を含む)においては、図1に示すように、コレクタ電極24に蛍光体28を塗布してディスプレイの画素として構成した場合、以下のような効果を奏することができる。

[0096]

(1) CRTと比して超薄型 (パネルの厚み=数mm) にすることができる。

[0097]

(2) 蛍光体28による自然発光のため、LCD(液晶表示装置)やLED(発 光ダイオード)と比してほぼ180°の広視野角を得ることができる。

[0098]

(3) 面電子源を利用しているため、CRTと比して画像歪みがない。

[0099]

(4) LCDと比して高速応答が可能であり、 μ s e c オーダーの高速応答で残像のない動画表示が可能となる。

[0100]

(5) 40インチ換算で100W程度であり、CRT、PDP(プラズマディス)

プレイ)、LCD及びLEDと比して低消費電力である。

[0101]

(6) PDPやLCDと比して動作温度範囲が広い(-40~+85℃)。ちなみに、LCDは低温で応答速度が低下する。

[0102]

(7) 大電流出力による蛍光体の励起が可能であるため、従来のFED方式のディスプレイと比して高輝度化が可能である。

[0103]

(8) 圧電体材料の分極反転特性及び膜厚により駆動電圧を制御可能であるため、従来のFED方式のディスプレイと比して低電圧駆動が可能である。

[0104]

このような種々の効果から、以下に示すように、様々なディスプレイ用途を実 現させることができる。

[0105]

(1)高輝度化と低消費電力化が実現できるという面から、30~60インチディスプレイのホームユース(テレビジョン、ホームシアター)やパブリックユース(待合室、カラオケ等)に最適である。

$[0\ 1\ 0\ 6]$

(2)高輝度化、大画面、フルカラー、高精細度が実現できるという面から、顧客吸引力(この場合、視覚的な注目)に効果が大であり、横長、縦長等の異形状ディスプレイや、展示会での使用、情報案内板用のメッセージボードに最適である。

$[0\ 1\ 0\ 7\]$

(3) 高輝度化、蛍光体励起に伴う広視野角化、真空モジュール化に伴う広い動作温度範囲が実現できるという面から、車載用ディスプレイに最適である。車載用ディスプレイとしての仕様は、15:9等の横長8インチ(画素ピッチ0.14mm)、動作温度が $-30\sim+85$ ℃、斜視方向で $500\sim600$ c d / m 2 が必要である。

[0108]

また、上述の種々の効果から、以下に示すように、様々な光源用途を実現させることができる。

[0109]

[0110]

(2)高輝度2次元アレー光源を容易に実現できることと、動作温度範囲が広く 、屋外環境でも発光効率に変化がないことから、LEDの代替用途として有望で ある。例えば信号機等の2次元アレーLEDモジュールの代替として最適である 。なお、LEDは、25℃以上で許容電流が低下し、低輝度となる。

[0111]

なお、この発明に係る電子放出素子は、上述の実施の形態に限らず、この発明 の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

[0112]

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る電子放出素子によれば、誘電体にて構成された電界印加部を有する電子放出素子において、電子放出に伴うカソード電極での損傷を抑制することができ、長寿命化及び信頼性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施の形態に係る電子放出素子を示す構成図である。

【図2】

第1の実施の形態に係る電子放出素子の電極部分を示す平面図である。

【図3】

パルス発生源から出力される駆動信号を示す波形図である。

【図4】

カソード電極に正極性の電圧を印加した際の作用を示す説明図である。

【図5】

図5Aは、カソード電極に負極性の電圧を印加した際の電離作用を示す説明図であり、図5Bは、カソード電極に負極性の電圧を印加した際の2次電子の発生作用を示す説明図である。

【図6】

図6Aは、駆動信号の一例を示す波形図であり、図6Bは、アノード電極に帯 電膜を形成しない構成におけるアノード電極とカソード電極間の電圧の変化を示 す波形図である。

【図7】

第1の実施の形態に係る電子放出素子において、カソード電極に負極性の電圧 を印加した際の作用を示す説明図である。

【図8】

図8Aは、駆動信号の一例を示す波形図であり、図8Bは、第1の実施の形態 に係る電子放出素子におけるアノード電極とカソード電極間の電圧の変化を示す 波形図である。

【図9】

第1の実施の形態に係る電子放出素子の変形例を示す構成図である。

【図10】

第2の実施の形態に係る電子放出素子の主要部分を示す構成図である。

【図11】

第2の実施の形態に係る電子放出素子の第1の変形例を示す平面図である。

【図12】

図11におけるXII-XII線上の断面図である。

【図13】

第2の実施の形態に係る電子放出素子の第2の変形例を示す断面図である。

【図14】

第2の実施の形態に係る電子放出素子の第3の変形例を示す断面図である。

【図15】

第2の実施の形態に係る電子放出素子の第3の変形例を示す平面図である。

【符号の説明】

10A、10Aa、10B、10Ba~10Bc…電子放出素子

12…基板

1 4 …電界印加部

16…カソード電極

18…スリット

20…アノード電極

22…パルス発生源

24…コレクタ電極

28…蛍光体

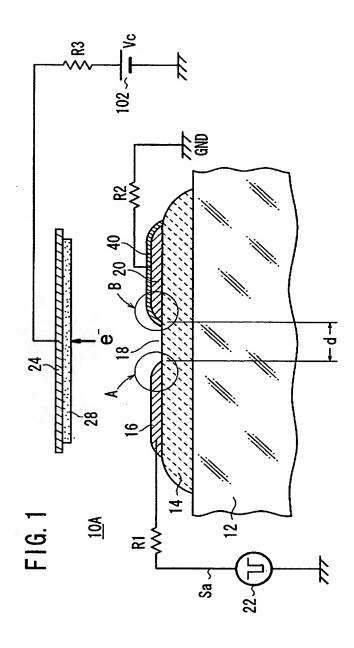
4 0 … 帯電膜

4 2 …保護膜

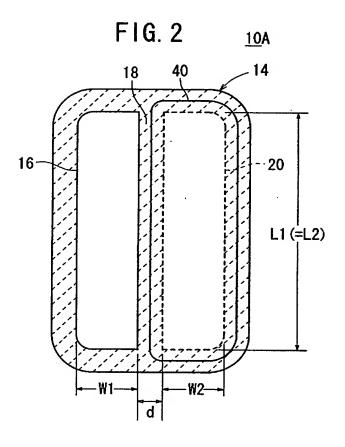
【書類名】

図面

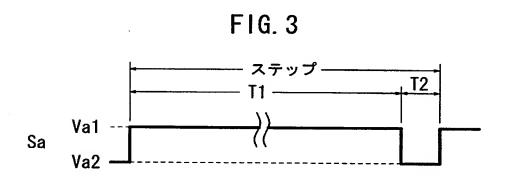
[図1]



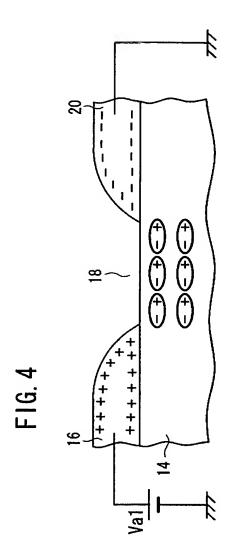
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

FIG. 5A

Va2

16

Va2

14

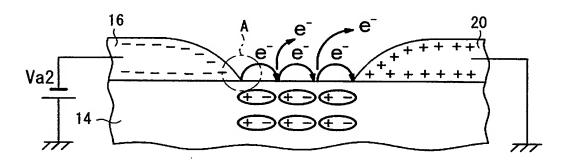
+++++++

14

++++++++

14

FIG. 5B



【図6】

FIG. 6A

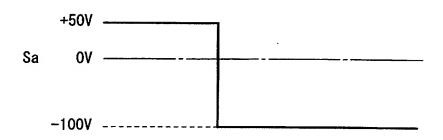
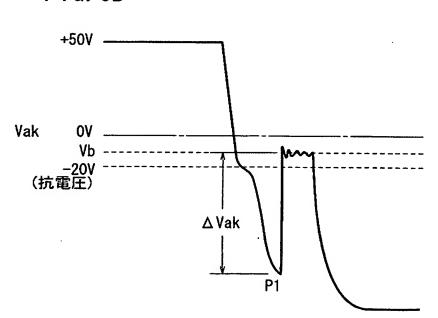
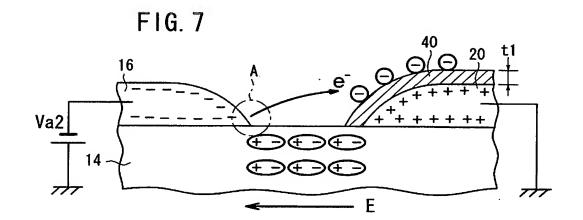


FIG. 6B

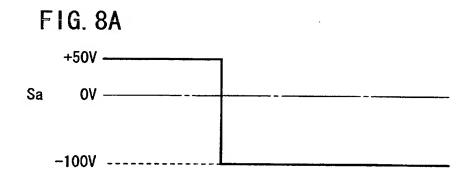


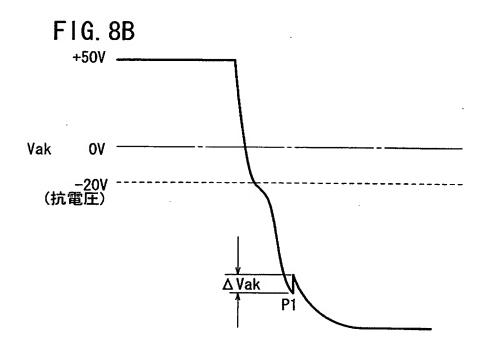
【図7】



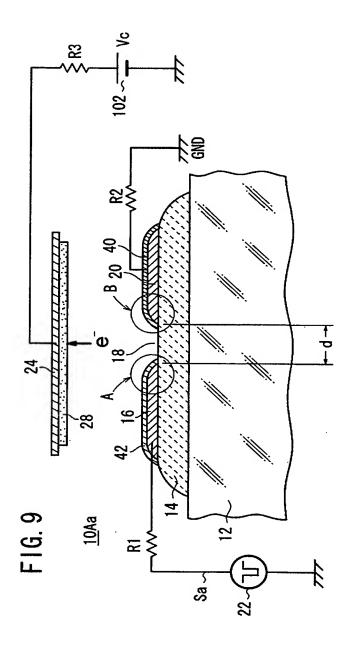
【図8】

٠.٦





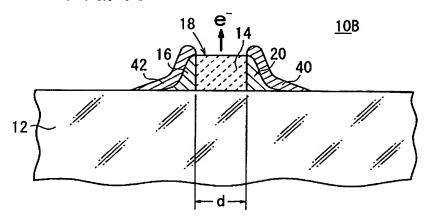
【図9】



7

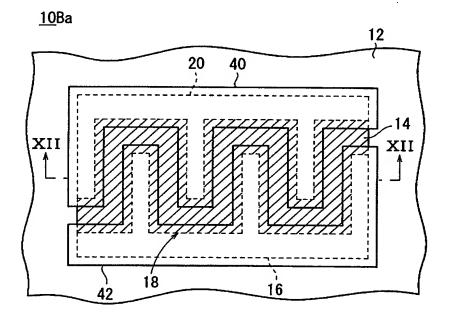
【図10】

FIG. 10



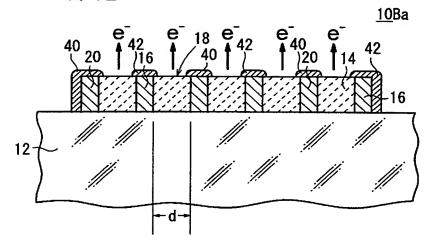
【図11】

FIG. 11



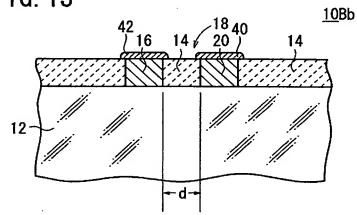
【図12】

FIG. 12



【図13】

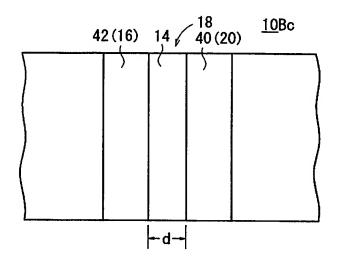
FIG. 13



【図14】

【図15】

FIG. 15





【書類名】要約書

【要約】

【課題】誘電体にて構成された電界印加部を有する電子放出素子において、電子 放出に伴うカソード電極での損傷を抑制して、長寿命化及び信頼性の向上を図る

【解決手段】電子放出素子10Aは、基板12上に形成された電界印加部14と、該電界印加部14の一方の面に形成されたカソード電極16と、同じく電界印加部14の一方の面に形成され、カソード電極16と共にスリット18を形成するアノード電極20とを有する。カソード電極16には、パルス発生源22からの駆動信号Saが供給され、アノード電極20には、アノード電位の発生源(この例ではGND)が接続されている。そして、アノード電極20の表面に帯電膜40を形成するようにしている。

【選択図】図1

特願2002-348900

出願人履歴情報

識別番号

[000004064]

1. 変更年月日

1990年 8月24日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

氏 名

日本碍子株式会社